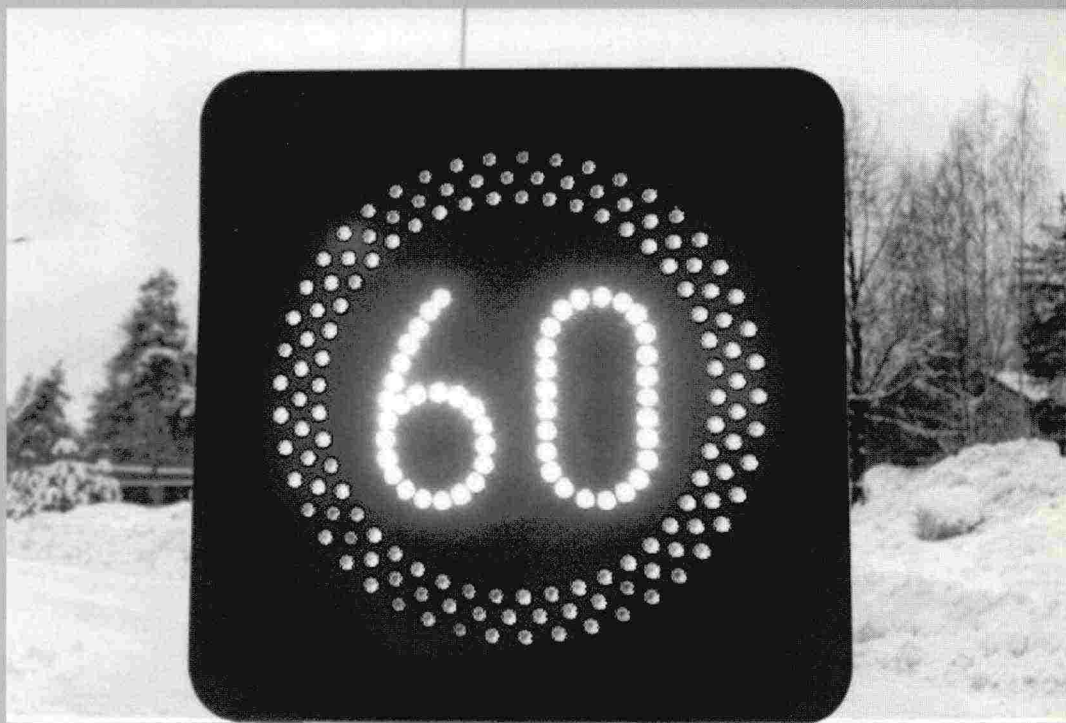


Merja Penttinen, Virpi Harjula, Juha Luoma

Muuttuvan nopeusrajoitusmerkin tekniikan vaikutukset ajonopeuksiin ja merkin muistamiseen – osa 2



Tielaitoksen
selvityksiä

45/1999

Helsinki 2000

TIEHALLINTO
Liikenteen palvelut

Tielaitoksen selvityksiä
45/1999

Merja Penttinen, Virpi Harjula, Juha Luoma

**Muuttuvan nopeusrajoitusmerkin tekniikan
vaikutukset ajonopeuksiin ja merkin
muistamiseen – osa 2**

Tielaitos
TIEHALLINTO

Helsinki 2000

ISSN 0788-3722
ISBN 951-726-591-3
TIEL 3200588

Edita Oy
Helsinki 2000

Julkaisua myy:
Tielaitos, julkaisumyynti
Puhelin 0204 44 2053
Telefax 0204 44 2652
S-posti elsa.juntunen@tieh.fi



Tielaitos
TIEHALLINTO
Liikenteen palvelut
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 44 150

Merja Penttinen, Virpi Harjula, Juha Luoma: Muuttuvan nopeusrajoitusmerkin tekniikan vaikutukset ajonopeuksiin ja merkin muistamiseen – osa 2. Helsinki 2000. Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 45/1999. 25s. + liitt. 1 s. ISBN 951-726-591-3. ISSN 0788-3722. TIEL 3200588.

Asiasanat: muuttuva opaste, nopeusrajoitus, kuljettajan käyttäytyminen, ajonopeus, muistaminen

Aiheluokka: 22 Liikenteen ohjaus,

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli verrata kuituoptisen ja päiväloistekalvolla varustetun sähkömekaanisen muuttuvan nopeusrajoitusmerkin vaikutuksia a) ajonopeuksiin ja merkin noudattamiseen, b) merkin muistamiseen sekä c) siihen, ymmärtääkö kuljettaja merkin muuttuvaksi. Vaikutuksia verrattiin erikseen valoisaan ja pimeään aikaan. Tutkimusaineisto kerättiin valtatiellä 8 Nousiaisten liittymässä.

Nopeustulokset osoittivat, että valoisaan aikaan merkkien vaikutukset eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan, mutta pimeään aikaan jonojen ulkopuolella ajaneiden henkilö- ja pakettiautojen nopeudet olivat kuituoptista merkkiä käytettäessä 3,9 km/h pienempiä ja nopeusrajoitusta noudattaneiden osuus oli 9,7 %-yksikköä suurempi kuin sähkömekaanista merkkiä käytettäessä.

Muuttuvan merkin rajoitusarvo muistettiin kuituoptista merkkiä käytettäessä keskimäärin paremmin kuin sähkömekaanista merkkiä käytettäessä. Pimeään aikaan kuituoptisen merkin ohittaneista rajoitusarvon muisti 73,9 %, mutta sähkömekaanisen merkin ohittaneista vain 56,8 %. Päivällä vastaavansuuntainen ero ilmeni vain koepaikan viikoittain tai useammin ohittaneiden keskuudessa.

Merkin kirkkaus tai valoisuus näytti olevan mieleenjäävin ominaisuus. Toisaalta sähkömekaanisen merkin ulkomuodosta ei pimeällä osattu useinkaan sanoa mitään tavallisuudesta poikkeavaa. Kuituoptisen merkin ohittaneet tiesivät myös useammin kuin sähkömekaanisen merkin ohittaneet, että kyseessä oli vaihtuva rajoitus.

Kokonaisuutena sähkömekaaninen muuttuva nopeusrajoitusmerkki ei ole yhtä tehokas kuin vastaava kuituoptinen merkki. Koko aineistoa koskeneissa nopeusvaikutuksissa ei eroa ilmennyt päivänvalo-olosuhteissa. Haastattelutulosten perusteella tämän arvioitiin johtuneen ennen kaikkea siitä, että sähkömekaaninen merkki vaikutti poikkeuksellisen voimakkaasti niihin kuljettajiin, jotka ohittivat paikan harvoin. Kuituoptisen merkin edut ilmenivät pimeällä sekä suurempina nopeusvaikutuksina että parempana rajoitusarvon ja rajoituksen vaihtuvuuden muistamisena. Eri menetelmillä saadut tulokset olivat johdonmukaisia ja tukivat toisiaan kaiken kaikkiaan.

Keywords: variable message sign, speed limit, driver behavior, speed, recall

ABSTRACT

This field study was designed to compare the effects of two technologies used in variable speed limit signs on (a) speed behaviour, (b) recall of signs, and (c) recognition of variability of a sign. The speed limit signs used fibre-optic technology and electromechanical technology equipped with a fluorescent reflective sheeting. The experimental site was located on an inter-urban road, with a fixed speed limit of 80 km/h. Variable speed limit signs of 60 km/h (during data collection) were erected before an intersection with a secondary road. The stimulus condition was changed every hour to match lighting and traffic conditions. Data was collected in two lighting conditions, daylight and night-time. Speed was measured by detector loops 1 km and 30 m before the intersection. Drivers were interviewed about 1.7 km after passing the sign and asked mainly about the contents of the variable speed limit sign.

According to the results, in daylight there was no statistically significant difference in the effects on speed of the two signs for vehicles travelling in free-flow traffic, although there was a slight tendency to greater speed reductions with the fibre-optic sign. In the dark, however, the fibre-optic sign cut the mean speed of cars and vans travelling in free-flow traffic significantly more (3.9 km/h) than the electromechanical sign. Also, the speed limit was less frequently exceeded by more than 5 km/h when the fibre-optic sign was used.

The results of driver interviews showed that drivers recalled the fibre-optic sign more frequently than they did the electromechanical sign. In the dark, the recall rate for the fibre-optic sign was 73.9% compared with 56.8% for the electromechanical sign. A similar pattern was evident in daylight, but only for drivers passing the site weekly or more frequently. A high level of brightness seemed to be the most frequently recalled feature, except for the electromechanical sign in the dark, when drivers most frequently indicated that the sign was a conventional one. In both lighting conditions, drivers passing the fibre-optic sign more frequently than drivers passing the electromechanical sign recognised the sign as variable.

The main implication of this study is that a variable speed limit sign with fibre-optic technology is more effective than an electromechanical sign. Although the overall speed data in daylight did not support this conclusion, the interview results suggest that the relatively strong effects of the electromechanical sign were limited to drivers passing the site less than weekly. In the dark, the more substantial effects of the fibre-optic sign were evident in greater effects on speed, and in the higher recall rate of the speed limit and variability of the sign.

ALKUSANAT

Muuttuvia opasteita on käytetty tieverkolla monissa paikoin osoittamaan vaihtuvia nopeusrajoituksia. Muuttuvat nopeusrajoitusmerkit ovat olleet tekniikaltaan joko kuituoptisia tai sähkömekaanisia. Sähkömekaanisessa merkissä on muuttuva nopeusrajoitusarvo saatu aikaan kääntyvillä prismoilla tai kääntyvällä kiekolla. Merkit ovat ulkomuodoltaan samankaltaisia kuin kiinteät nopeusrajoitusmerkit. Kuituoptisessa merkissä nopeusarvo on aikaansaatava valokuidun päässä olevien linssien avulla.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, kuinka muuttuvan nopeusrajoitusmerkin tekninen ratkaisu vaikuttaa ajonopeuksiin, merkin muistamiseen sekä siihen, ymmärtääkö kuljettaja merkin muuttuvaksi. Tutkimus kohdistui päiväloistekalvolla varustetun sähkömekaanisen ja kuituoptisen nopeusrajoitusmerkin erojen selvittämiseen. Tutkimuksen toimeksiantajana oli Tielaitoksen Liikenteen palvelut -yksikkö. Tutkimuksen teki Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) Yhdyskuntatekniikan Liikenne, logistiikka ja yhdyskunnat -tutkimusalue. Turun tiepiiri vastasi aineiston keruusta.

Tutkimuksen tekivät VTT:ssä tutkija Merja Penttinen ja erikoistutkija Juha Luoma (vastuuhenkilö). Lisäksi raportin viimeisteli atk-sihtööri Arja Wuolijoki. Tielaitoksen yhdyshenkilönä ja tutkimuksen koordinoijana oli DI Esko Hyytiäinen. DI Virpi Harjula Tielaitokselta osallistui tutkimuksen suunnitteluun ja kenttämittausten ohjaukseen. Turun tiepiirin Liikenteen palvelut -yksiköstä yhdyshenkilöinä olivat liikenteenpalvelupäällikkö Reijo Hörkkö, liikenneturvallisuusinsinööri Markku Aarikka ja liikennekeskusvastaava Juha Ylikorpi. Kenttämittauksista vastasivat Turun tiepiirin konsultoinnista rakennusmestari Pekka Vuorila ja mittausvastaava Mika Vainio. Tutkimuksessa käytetyt muuttuvat nopeusrajoitusmerkit oli saatu käyttöön valmistajilta Kolmikanta OY ja Oy Sabik Ab.

Helsingissä joulukuussa 1999

Tielaitos

Sisältö

1 JOHDANTO	7
1.1 Tausta	7
1.2 Tavoitteet	7
2 TUTKIMUSMENETELMÄ	9
2.1 Koepaikka	9
2.2 Merkit, mittauslaitteet ja niiden sijoitus	9
2.3 Tutkimuksen suoritus	11
3 NOPEUSTULOKSET	12
3.1 Nopeusanalyysit	12
3.2 Koko liikennevirran nopeudet	12
3.2.1 Päiväaineisto	12
3.2.2 Pimeään ajan aineisto	13
3.3 Vapaiden ajoneuvojen nopeudet	14
3.3.1 Päiväaineisto	14
3.3.2 Pimeään ajan aineisto	15
3.4 Nopeusrajoituksen noudattaminen	16
4 HAASTATTELUTUTKIMUKSEN TULOKSET	17
4.1 Kuljettajat	17
4.2 Nopeusrajoituksen muistaminen	18
4.3 Rajoituksen vaihtuvuuden tunnistaminen	20
5 TULOSTEN TARKASTELU	22
6 LÄHTEET	25

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Vuonna 1996 toteutetun tutkimuksen mukaan kuituoptinen nopeusrajoitusmerkki alensi liittymää lähestyessä autojen keskinopeuksia merkitsevästi enemmän kuin sähkömekaaninen merkki (Luoma 1996). Jonojen ulkopuolella ajavien eli vapaiden henkilö- ja pakettiautojen osalta merkkien ero oli 3,4 km/h ja raskaiden ajoneuvojen osalta oli 4,0 km/h. Haastattelutulokset puolestaan osoittivat, että kuituoptista merkkiä käytettäessä 91,0 % kuljettajista muisti nopeusrajoitusarvon, kun sähkömekaanista merkkiä käytettäessä sen muisti vain 71,6 % kuljettajista. Lisäksi kuituoptisen merkin muistettiin huomattavasti sähkömekaanista merkkiä useammin olevan muuttuva merkki. Tutkimuksen pääasiallinen johtopäätös oli, että kuituoptinen merkki on kuljettajakäyttäytymisen kannalta huomattavasti sähkömekaanista merkkiä tehokkaampi.

Vuotta myöhemmin, samassa paikassa toteutetun muuttuvan kuituoptisen ja kiinteän merkin vertailun perusteella todettiin, että kuituoptinen merkki oli menettänyt osan "uutuusvaikutuksestaan", mutta ero kiinteään merkkiin oli edelleen merkitsevä (Rämä, Luoma & Harjula 1999).

Sähkömekaanisten merkkien havaittavuutta on parannettu edellisestä tutkimustilanteesta käyttämällä päiväloistekalvoa. Päiväloistekalvon avulla lisätään merkin luminanssia ja kontrastisuutta etenkin valoisana aikana. Lisäksi nyt käytössä ollut nopeusrajoitusmerkki poikkesi aikaisemmin käytetystä sähkömekaanisesta merkistä sikäli, että pyöreä merkki oli neliönmuotoisella, mustalla pohjalla.

Päiväloistekalvon käyttö sähkömekaanisessa merkissä lisää sen havaittavuutta valoisana aikana. Merkki erottuu perinteistä sähkömekaanista merkkiä paremmin taustasta ja myös nopeusrajoitusarvon (numeroiden) ja taustan välinen kontrasti on suurempi. Näiden tekijöiden voi olettaa parantavan sähkömekaanisen merkin tehokkuutta. Tehokkuuden parantumisesta tai varsinkaan mahdollisten vaikutusten suuruudesta ei kuitenkaan ole empiiristä näyttöä.

Vaikka päiväloistekalvo parantaa sähkömekaanisen merkin tehokkuutta valoisana aikana, voidaan kysyä, toimiiko päiväloistekalvolla varustettu merkki hyvin myös pimeänä aikana. On oletettavaa, että päiväloistekalvosta on vähemmän hyötyä pimeällä kuin päivänvalossa, ja merkin muuttuvuutta osoittamaan tehty, musta neliönmuotoinen pohja erottuu pimeällä heikosti.

1.2 Tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää sekä valoisana että pimeänä aikana, miten muuttuvan nopeusrajoitusmerkin tekninen ratkaisu vaikuttaa (a) ajonopeuksiin ja nopeusrajoituksen noudattamiseen, (b) merkin muistamiseen sekä (c) siihen,

ymmärtääkö kuljettaja merkin muuttuvaksi. Tutkimuksessa selvitettiin päiväloiste-
tekalvolla varustetun sähkömekaanisen ja kuituoptisen nopeusrajoitusmerkin
eroja. Tutkimuksessa tarkasteltiin merkkien vaikutuksia koko liikennevirtaan se-
kä liikennevirran vapaiden ajoneuvojen keskinopeuksien alenemiseen liittyvän
kohdalla. Lisäksi selvitettiin, kuinka moni kuljettajista muisti merkin ja ymmärsi
sen olevan muuttuva.

2 TUTKIMUSMENETELMÄ

2.1 Koepaikka

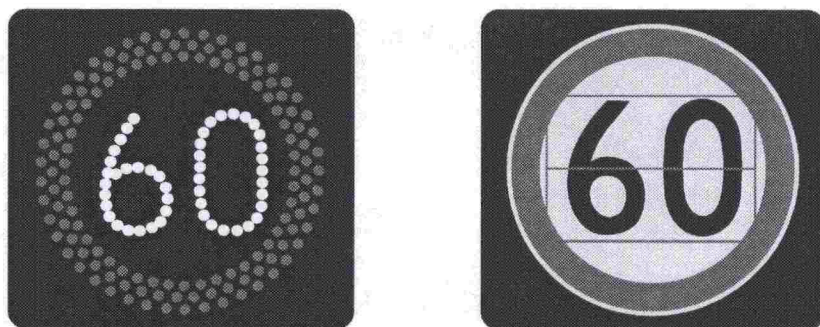
Tutkimus tehtiin Nousiaisissa, valtatiellä 8 teiden 1912 ja 2010 liittymän läheisyydessä. Mittaussuunta oli Turusta Poriin päin eli suunnilleen kaakosta luoteeseen. Tie oli kaksikaistainen, mutta liittymää lähestyttäessä oli yksi kaista suoraan ajaville ja oikealle kääntyville sekä yksi kaista vasemmalle kääntyville (kuva 1). Kokeen aikana verrattavat merkit asennettiin tien luiskaan peräkkäin ennen liittymää. Kuljettajia haastateltiin 1,7 km liittymän jälkeen. Valtatien nopeusrajoitus oli ennen liittymää ja liittymässä 80 km/h.



Kuva 1. Mittauspaikka valtatiellä 8 Nousiaisten liittymässä ilman koemerkkejä.

2.2 Merkit, mittauslaitteet ja niiden sijoitus

Tutkitut merkit olivat kuituoptinen ja päiväloistekalvolla varustettu sähkömekaaninen muuttuva nopeusrajoitusmerkki (kuva 2). Merkit olivat liikenneministeriön hyväksymiä, nykyisin käytössä olevia nopeusrajoitusmerkkejä. Merkit olivat normaalikokoisia, eli molempien merkkien punaisen ympyrän halkaisija oli 640 mm. Sähkömekaaninen merkki oli varustettu keltaisella päiväloistekalvolla ja mustalla neliömuotoisella taustalla.

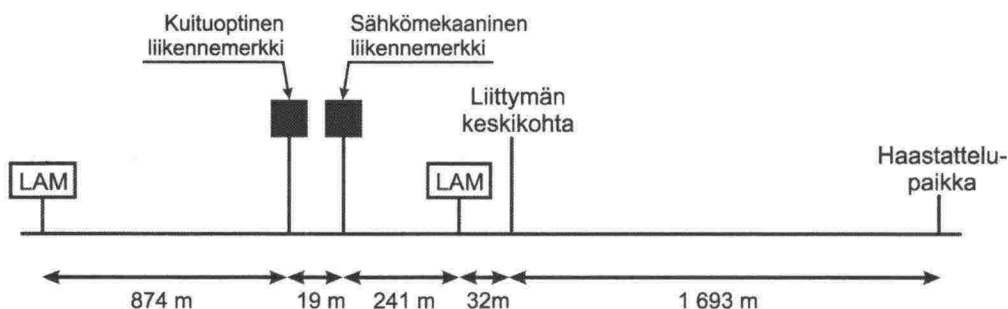


Kuva 2. Tutkittavat merkit: kuituoptinen merkki (vasemmalla) ja päiväloistekalvolla varustettu sähkömekaaninen merkki (oikealla).

Merkeillä osoitettiin nopeusrajoitus 60 km/h, jolloin voitiin olettaa nopeusmuutoksia, koska edeltävällä tieosuudella rajoitus oli 80 km/h. Havaitsemisen kannalta rajoitus oli tällöin kuljettajille merkityksellinen.

Merkit asennettiin tien luiskaan normaaliin tapaan. Ajoneuvojen nopeudet ja aikavälit mitattiin kahdella tiehen asennetulla silmukkailmaisparilla (kuva 3). Ensimmäinen nopeusmittauspiste sijaitsi niin kaukana (874 - 893 m) merkeistä, ettei merkkien voida olettaa vielä vaikuttaneen nopeuksiin. Jälkimmäinen mittauspiste asetettiin lähelle liittymää, missä mahdollisen nopeusmuutoksen merkitys on turvallisuuden kannalta suurimmillaan. Jäljempänä näistä mittauspisteistä käytetään käsitteitä ”ennen merkkiä” ja ”merkin jälkeen”.

Muuttuvan merkin muistamista selvitettiin tienvarsihaastattelulla, johon ajoneuvot ohjasi liikenteen ohjaaja (ei poliisi). Liittymän jälkeisen kaarteeseen takia kuljettajat eivät nähneet haastatteluun ohjaavaa henkilöä ennen liittymää. Vastaaviin aikaisempiin tutkimuksiin (mm. Luoma 1996, Rämä ym. 1999) verrattuna merkin ja haastattelupaikan etäisyys oli pidempi, koska parempaa mittauspaikkaa ei ollut käytettävissä kaikki paikan valintaan vaikuttavat tekijät huomioon ottaen. Tavallista pidempi etäisyys sekä merkin ja haastattelupaikan välissä ollut liittymä vaikuttivat haastattelussa käytettyjen kysymysten muotoiluun ja tulosten tulkitintaan. Haastattelulomake on esitetty liitteessä 1.



Kuva 3. Muuttuvien merkkien, nopeusmittauspisteiden (LAM) ja haastattelupaikan sijainti. Mittaussuunta vasemmalta oikealle.

Kokeen aikana näkyvissä olevaa merkkiä vaihdettiin tunnin välein, jotta valaistus- ja liikenneolosuhteet olisivat molemmille merkeille mahdollisimman samantlaiset. Merkit peitettiin vuorotellen harmaalla hupulla. Aineiston kerääminen keskeytettiin aina merkin vaihtamisen ajaksi. Jotta molemmat merkit olisivat näkyvissä ainakin 500 metrin etäisyydeltä ne sijoitettiin eri etäisyyksille tien pituussuunnassa (kuva 3).

Aineistot kerättiin sekä valoisana että pimeänä aikana. Pimeänä aikana liittymässä oli liittymäkohtainen tievalaistus, joka alkoi välittömästi merkkien jälkeen. Tievalaistus ei valaissut suoraan merkkejä. Merkkien välitön tausta oli musta, mutta ympäristössä oli hajavaloa.

2.3 Tutkimuksen suoritus

Kaikki nopeus- ja haastatteluaineistot kerättiin syys - lokakuussa 1999. Sää- ja keliolosuhteet olivat hyvät, eli ei satanut eikä esiintynyt sumua ja tienpinta oli kuiva. Aineistot kerättiin arkisin maanantaista torstaihin. Valoisan ajan aineistoja kerättiin klo 9–15 ja pimeän ajan klo 20–23. Pimeän ajan aineiston keruu aloitettiin aikaisintaan tunti auringonlaskun jälkeen.

3 NOPEUSTULOKSET

3.1 Nopeusanalyysit

Nopeusanalyyseissa verrattiin nopeusjakaumia ja nopeusrajoitusta noudattaneiden osuuksia merkkitilanteittain. Nopeusjakaumia tarkasteltiin ennen merkkiä ja sen jälkeen sekä koko liikennevirran että vapaiden ajoneuvojen osalta. Rajoituksen noudattamistarkastelu koski vain vapaita ajoneuvoja. Kaikki analyysit tehtiin erikseen valoisan ja pimeän ajan aineistoille. Nopeusrajoitustarkastelua lukuun ottamatta ajoneuvot luokiteltiin kahteen ajoneuvoluokkaan: henkilö- ja paketti-autoihin sekä toisaalta kuorma-, linja- ja rekka-autoihin.

Vapaita ajoneuvoja koskeva analyysi on ensisijainen, koska näiden ajoneuvojen kuljettajat saattoivat valita ajonopeutensa. Koko liikennevirtaa koskevat tulokset kuvaavat merkkien kokonaisvaikutuksia liikennevirtaan, mutta vaikutusten osalta analyysi on toissijainen. Nopeusrajoitusta noudattaneiden tarkastelu täydentää edellisiä tuloksia.

Tulosten esittäminen ja tulkinta perustuu lisäksi seuraaviin lähtökohtiin. Henkilö- ja pakettiautoja koskevat aineistot olivat niin suuria, että mahdollisten erojen olisi oltava tilastollisesti merkitseviä, jotta niistä voisi tehdä päätelmiä. Kuorma-, linja- ja rekka-autoja koskevat aineistot olivat niin suppeita, ettei tilastollista merkitsevyyttä pidetty välttämättömänä erojen todentamiseksi, jos tulokset olivat samansuuntaisia kuin henkilö- ja pakettiautoilla. Kaikkien päätelmien lisäehtona oli, että ennen merkkiä mitatut nopeudet eivät poikenneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi.

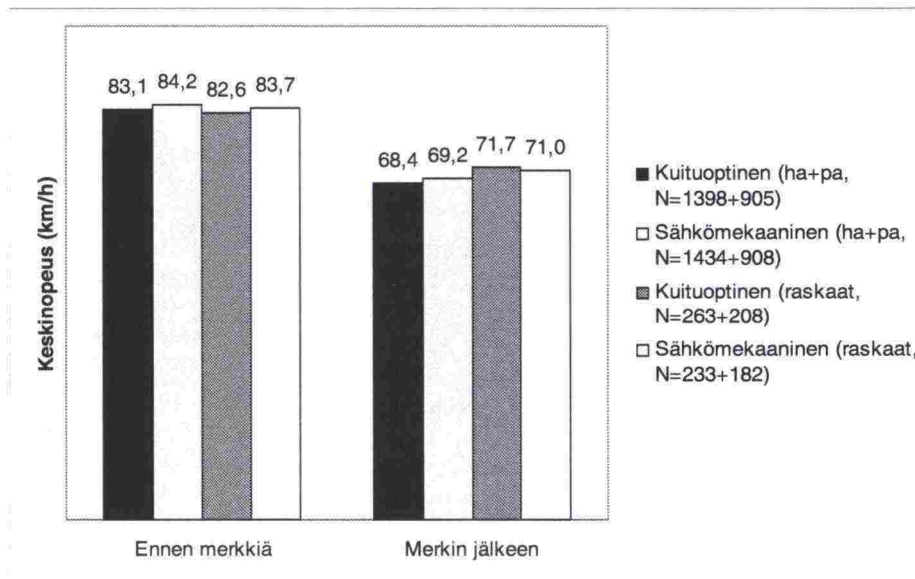
Vapaiksi eli jonojen ulkopuolella ajaviksi määriteltiin ajoneuvot, joiden bruttoaikaväli edellä ajavaan (keulasta keulaan) oli vähintään 5 sekuntia. Kaikkiin analyysihin valittiin merkin jälkeisestä pisteestä (liittymästä) mitatuista nopeuksista vain ajoneuvot, joiden nopeus oli vähintään 50 km/h. Tavoitteena oli näin karsia aineistosta liittymästä oikealle kääntyvät ajoneuvot, jotka ajoivat samaa kaistaa suoraan ajavien kanssa. Toisaalta tämä johti siihen, että ennen merkkiä mitattiin aina useamman auton nopeus kuin merkin jälkeen ja joissakin tapauksissa ero oli huomattava, koska kääntyvää liikennettä oli melko runsaasti. Tämän ei kuitenkaan arvioitu haittaavan merkkien vaikutusten vertailua, koska ei ole perusteltua olettaa, että erityisesti kääntyvien ajoneuvojen nopeudet olisivat poikenneet merkkitilanteittain ennen merkkiä.

3.2 Koko liikennevirran nopeudet

3.2.1 Päiväaineisto

Muuttuvan merkin jälkeen henkilö- ja pakettiautojen nopeudet olivat päivänvalolosuhteissa tilastollisesti merkitsevästi pienempiä ($t(1811) = 2,03$, $p < 0.05$)

kuituoptista merkkiä käytettäessä (68,4 km/h) kuin päivänloistekalvolla varustettua sähkömekaanista merkkiä käytettäessä (69,2 km/h) (kuva 4).



Kuva 4. Koko liikennevirran keskinopeudet valoisaan aikaan ennen merkkiä ja sen jälkeen. *N* tarkoittaa mitattujen ajoneuvojen lukumääriä ennen merkkiä ja sen jälkeen.

Tuloksesta ei kuitenkaan voi päätellä, että kuituoptinen merkki vähentäisi nopeuksia enemmän kuin sähkömekaaninen merkki, koska ajonopeudet poikkesivat myös ennen merkkiä tilastollisesti merkitsevästi ($t(2830) = 3,70$, $p < 0.001$) ja ero oli samansuuntainen kuin merkin jälkeen.

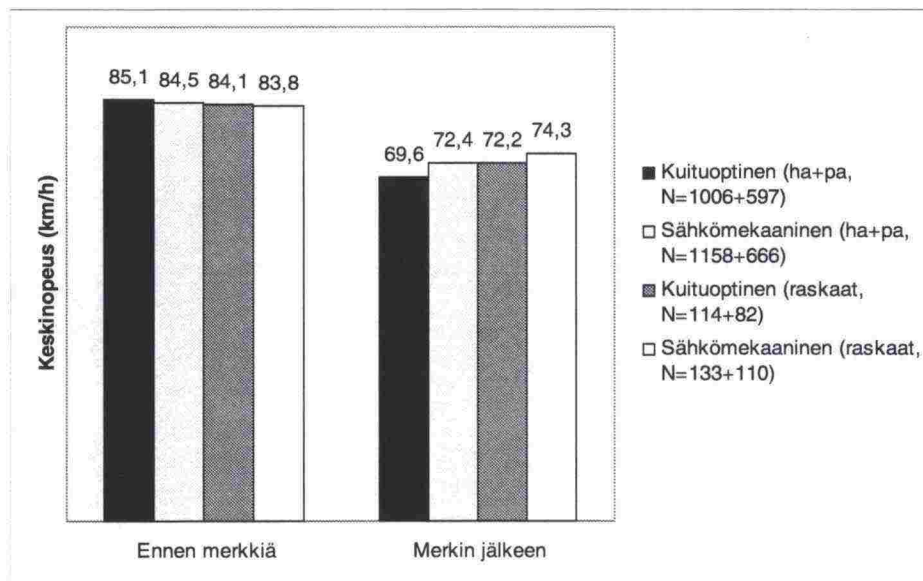
Raskailla ajoneuvoilla ei merkeittäin tarkasteltuna ilmennyt nopeuseroja ennen merkkiä (keskinopeus 83,2 km/h) eikä myöskään merkin jälkeen (keskinopeus 71,4 km/h).

Koko liikennevirtaa koskevat tulokset eivät siis osoita mitään osin, että merkien vaikutukset eroaisivat toisistaan päivänvalo-olosuhteissa.

3.2.2 Pimeän ajan aineisto

Sen sijaan pimeällä henkilö- ja pakettiautojen nopeudet olivat merkin jälkeen merkitsevästi pienempiä ($t(1261) = 5,04$, $p < 0.001$) kuituoptista merkkiä käytettäessä (69,6 km/h) kuin sähkömekaanista merkkiä käytettäessä (72,4 km/h) ja ennen-nopeudet eivät poikenneet eri merkkitilanteissa (kuva 5). Kuituoptinen merkki vähensi henkilö- ja pakettiautojen keskinopeutta 15,5 km/h (85,1 km/h – 69,6 km/h) eli 3,4 km/h enemmän kuin sähkömekaaninen merkki (84,5 km/h – 72,4 km/h = 12,1 km/h).

Vastaavasti raskaiden ajoneuvojen keskinopeudet vähenivät kuituoptista merkkiä käytettäessä 11,9 km/h eli 2,4 km/h enemmän kuin sähkömekaanista merkkiä käytettäessä (9,5 km/h), joskaan tämä ero ei ole tilastollisesti merkitsevä.

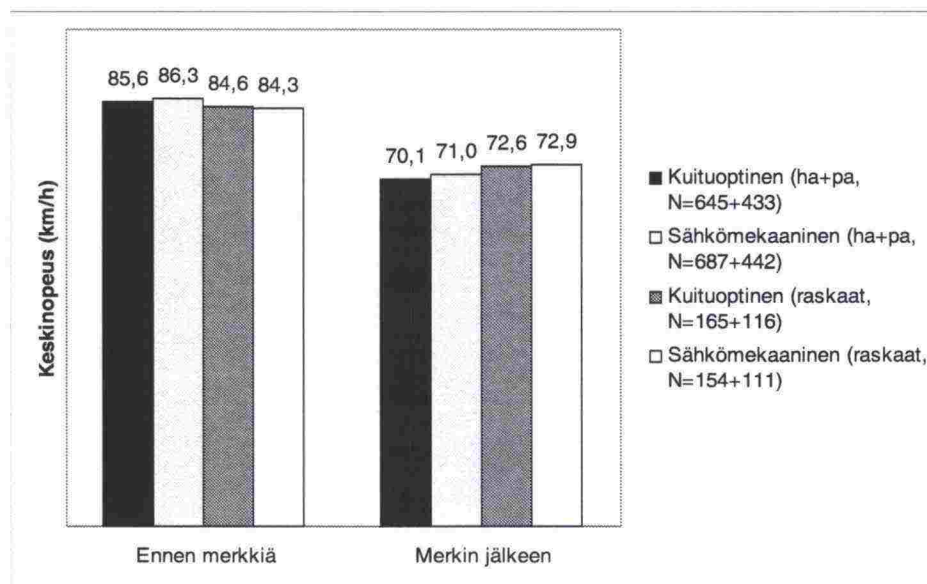


Kuva 5. Koko liikennevirran keskinopeudet pimeään aikaan ennen merkkiä ja sen jälkeen. N tarkoittaa mitattujen ajoneuvojen lukumääriä ennen merkkiä ja sen jälkeen.

3.3 Vapaiden ajoneuvojen nopeudet

3.3.1 Päiväaineisto

Merkkien vaikutuksissa vapaiden ajoneuvojen nopeuksiin ei havaittu eroja päivänvalo-olosuhteissa. Kummankaan ajoneuvoluokan nopeudet eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi ennen merkkiä tai sen jälkeen. Henkilö- ja pakettiautojen keskinopeus oli ennen merkkiä 86,0 km/h ja sen jälkeen 70,6 km/h (kuva 6). Raskaiden ajoneuvojen keskinopeudet olivat vastaavasti 84,5 ja 72,8 km/h.

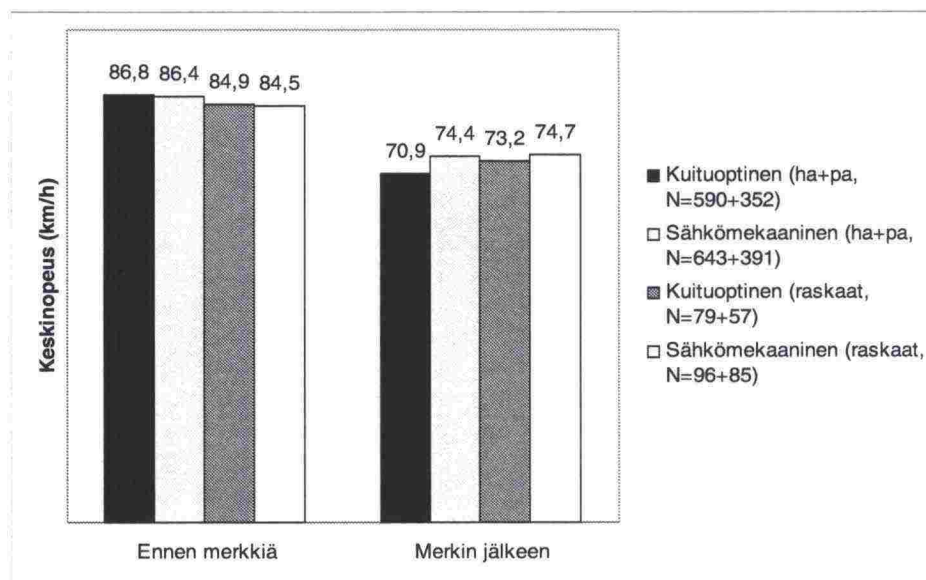


Kuva 6. Vapaiden ajoneuvojen keskinopeudet valoisaan aikaan ennen merkkiä ja sen jälkeen. N tarkoittaa mitattujen ajoneuvojen lukumääriä ennen merkkiä ja sen jälkeen.

3.3.2 Pimeään ajan aineisto

Pimeällä henkilö- ja pakettiautojen nopeudet olivat merkin jälkeen merkitsevästi ($t(741) = 4,53$, $p < 0.001$) pienempiä kuituoptista merkkiä käytettäessä (70,9 km/h) kuin sähkömekaanista merkkiä käytettäessä (74,4 km/h) ja ennen merkkiä nopeudet eivät eronneet merkitsevästi (kuva 7). Kuituoptinen merkki vähensi henkilö- ja pakettiautojen keskinopeutta 15,9 km/h eli 3,9 km/h enemmän kuin sähkömekaaninen merkki (12,0 km/h).

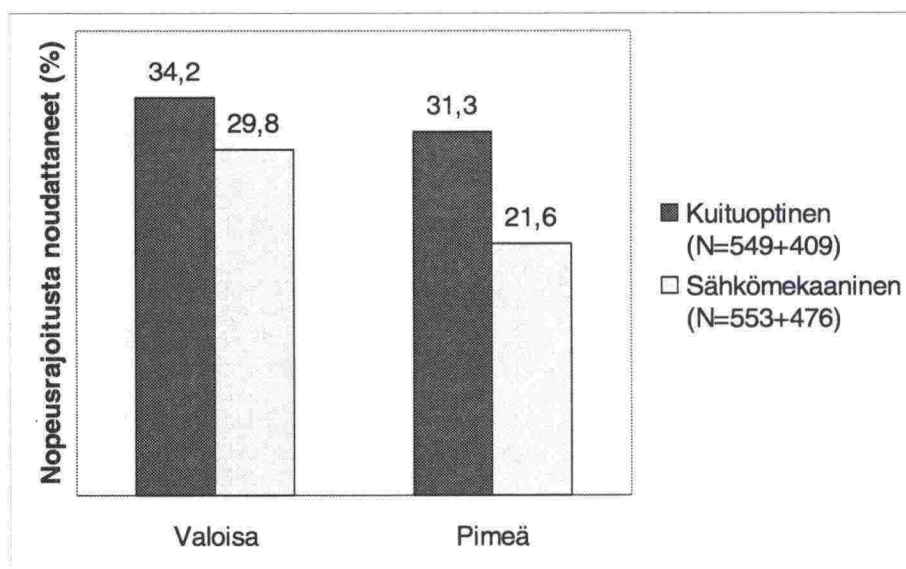
Raskaiden ajoneuvojen keskinopeudet vähenivät kuituoptista merkkiä käytettäessä 11,7 km/h eli 1,9 km/h enemmän kuin sähkömekaanista merkkiä käytettäessä (9,8 km/h), mutta nopeudet eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi ennen merkkiä tai sen jälkeen.



Kuva 7. Vapaiden ajoneuvojen keskinopeudet pimeään aikaan ennen merkkiä ja sen jälkeen. N tarkoittaa mitattujen ajoneuvojen lukumääriä ennen merkkiä ja sen jälkeen.

3.4 Nopeusrajoituksen noudattaminen

Nopeusrajoituksen noudattamisesta tarkasteltiin vain vapaiden ajoneuvojen osalta ja noudattamiskriteerinä käytettiin nopeutta 65 km/h. Kuvassa 8 esitettyjen tulosten mukaan päivällä eri merkkitilanteiden välillä ei ollut eroa, mutta pimeällä nopeusrajoitusta noudatettiin merkitsevästi paremmin kuituoptista merkkiä kuin sähkömekaanista merkkiä käytettäessä ($\chi^2(1) = 10,6$, $p < 0.01$).



Kuva 8. Nopeusrajoitusta noudattaneiden (vapaiden ajoneuvojen) osuudet merkkitilanteittain ja eri valaistusolosuhteissa. N tarkoittaa mitattujen ajoneuvojen lukumääriä valoisaan ja pimeään aikaan.

4 HAASTATTELUTUTKIMUKSEN TULOKSET

4.1 Kuljettajat

Yhteensä haastateltiin 669 kuljettajaa, jotka olivat lähestyneet liittymää siten, että olivat ohittaneet muuttuvan nopeusrajoitusmerkin ja ylittäneet liittymän suoraan ajaen (taulukko 1).

Taulukko 1. Haastatellut kuljettajat

	Merkit		Yhteensä
	Kuituoptinen	Sähkömekaaninen	
Valoisa	186	163	349
Pimeä	165	155	320
Yhteensä	351	318	669

Valoisaan aikaan haastatelluista kuljettajista 77,2 % oli miehiä ja 22,8 % naisia. Kuljettajien keski-ikä oli 46,2 vuotta ja iän vaihteluväli oli 18–81 vuotta. Vastaa- vasti pimeään aikaan haastatelluista oli miehiä 73,4 % ja naisia 26,6 %. Pime- ällä haastatellut kuljettajat olivat päivällä haastateltuja nuorempia ($t(664) = 5,01$, $p < 0.001$): keski-ikä oli 40,9 vuotta ja iän vaihteluväli oli 18–72 vuotta. Em. muuttujien merkeittäinen tarkastelu osoitti, että ainoastaan pimeään aikaan haastateltujen kuljettajien keski-ikä poikkesi merkeittäin niin, että kuituoptisen merkin ohittaneet olivat keskimäärin hieman vanhempia (42,6 vuotta) kuin päi- vänloistekalvolla varustetun sähkömekaanisen merkin ohittaneet (39,1 vuotta) ($t(315) = 2,48$, $p < 0.05$).

Valoisaan aikaan haastatelluista kuljettajista 84,9 % ajoi henkilöautolla ja 15,1 % pakettiautolla, kun taas pimeään aikaan haastatelluista vastaavasti 90,3 % ajoi henkilöautolla ja 9,7 % pakettiautolla ($\chi^2(1) = 4,35$, $p < 0.05$). Raskaan kaluston kuljettajia ei pysäytyspaikan ahtauden vuoksi haastateltu.

Kuljettajat olivat ajaneet suhteellisen paljon edellisen vuoden aikana (taulukko 2) ja valtaosa oli ohittanut mittauspaikan vähintään kerran viikossa (taulukko 3).

Taulukko 2. Kuljettajien ajosuorite viimeisen 12 kuukauden aikana.

Ajosuorite (km)	Osuus kuljettajista (%)	
	Valoisa (N = 347)	Pimeä (N = 319)
< 10 000	17,0	13,5
10 000–19 999	28,8	23,5
20 000–49 999	42,1	50,5
> 50 000	12,1	12,5
Yhteensä	100,0	100,0

Valoisaan aikaan verrattuna haastatteluun pimeällä osallistuneet olivat ohittaneet mittauspaikan useammin ($\chi^2(3) = 34,38, p < 0.001$) (taulukko 3).

Taulukko 3. Kuljettajien mittauspaikan ohittaminen viimeisen 12 kuukauden aikana.

Mittauspaikan ohittaminen	Osuus kuljettajista (%)	
	Valoisa (N = 347)	Pimeä (N = 318)
Lähes päivittäin	20,7	40,6
Vähintään kerran viikossa	31,4	28,0
Kuukausittain/muutaman kerran	38,0	23,3
Ensimmäistä kertaa	9,8	8,2
Yhteensä	100,0	100,0

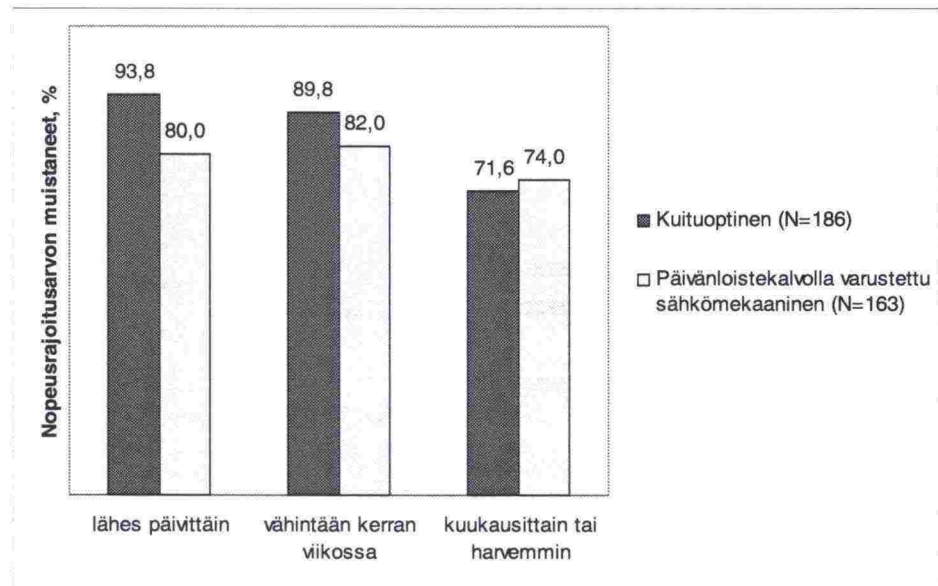
Lisäksi selvitettiin, oliko autossa kuljettajan lisäksi arviolta yli 12-vuotiaita matkustajia. Valoisaan aikaan 37,0 % kuljettajista oli kyydissään matkustajia. Vastaava osuus pimeään aikaan oli 35,8 %.

4.2 Nopeusrajoituksen muistaminen

Valoisaan aikaan haastatelluista kuljettajista muuttuvan nopeusrajoitusmerkin arvon muisti kuituoptista merkkiä käyttäessä 81,2 % ja päiväloistekalvolla varustettua sähkömekaanista merkkiä käyttäessä 77,9 %. Ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

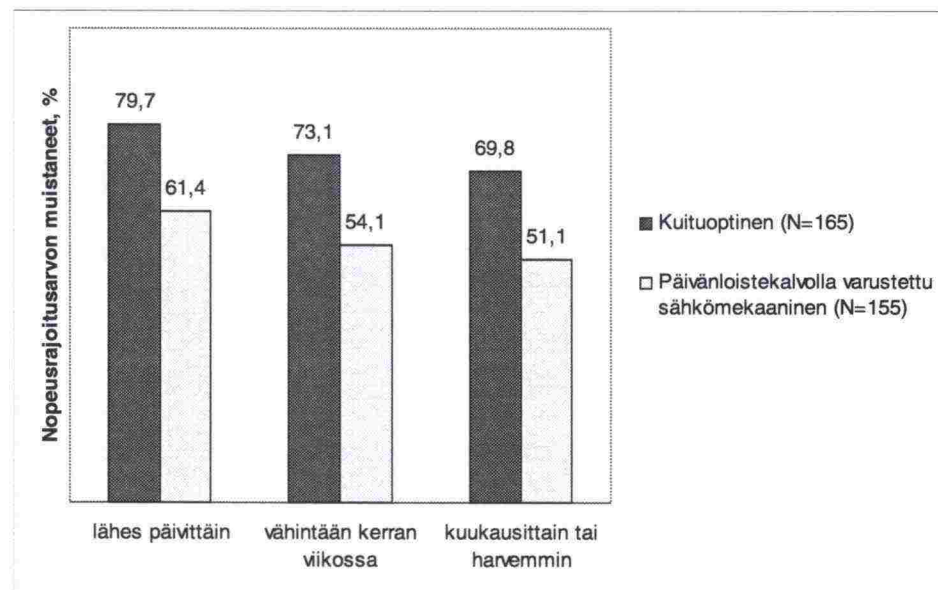
Muistaminen ei riippunut kuljettajan sukupuolesta, iästä (luokiteltuna < 34, 35–55 ja > 55), ajosuoritteesta, ajoneuvon tyypistä eikä siitä, oliko kuljettajalla matkustajia autossaan. Sen sijaan liittymän vähintään viikoittain ohittaneet muistivat kuituoptisen merkin paremmin kuin harvemmin ohittaneet kuljettajat (kuva 9) ($\chi^2(2) = 11,93, p < 0.01$). Sähkömekaanisen merkin tapauksessa ero oli samansuuntainen mutta ei tilastollisesti merkitsevä. Ilmeisesti ko. tietä usein ajaneet kuljettajat olivat huomanneet jo aikaisemmin mittausjakson aikana (mittauksia tehtiin yhteensä 3 viikon aikana), että liittymässä käytettiin vaihtuvaa rajoitusta, ja siksi he tarkkailivat nopeusrajoitusarvoja enemmän kuin harvemmin tiellä liikkuvat.

Lisäksi on huomionarvoista, että liittymän vähintään viikoittain ohittaneet muistivat kuituoptisen merkin paremmin kuin sähkömekaanisen merkin ($\chi^2(1) = 3,88, p < 0.05$), mutta harvemmin liittymän ohittaneiden kohdalla ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa.



Kuva 9. Muuttuvan merkin muistaminen mittauspaikan ohitustiheyden mukaan valoisaan aikaan.

Pimeään aikaan haastatelluista rajoitusarvon muisti kuituoptista merkkiä käytettäessä merkitsevästi suurempi osa kuljettajista (73,9 %) kuin päiväloistekalvolla varustettua sähkömekaanista merkkiä käytettäessä (56,8 %) ($\chi^2(1) = 10,4$, $p < 0.01$). Muistaminen ei riippunut merkitsevästi mistään edellä mainitusta taustamuuttujasta. Kuvassa 10 on kuitenkin vertailun vuoksi esitetty merkin muistaminen mittauspaikan ohitustiheyden mukaan. Kuvan tulokset osoittavat, että pimeällä kuituoptinen merkki muistettiin paremmin ohitustiheydestä riippumatta. Liittymän vähintään viikoittain ohittaneiden kohdalla ero on merkitsevä ($\chi^2(1) = 7,83$, $p < 0.01$), mutta harvemmin liittymän ohittaneiden kohdalla on jää hieman merkitsevyysrajasta ($\chi^2(1) = 3,68$, $p < 0.055$).



Kuva 10. Muuttuvan merkin muistaminen mittauspaikan ohitustiheyden mukaan pimeään aikaan.

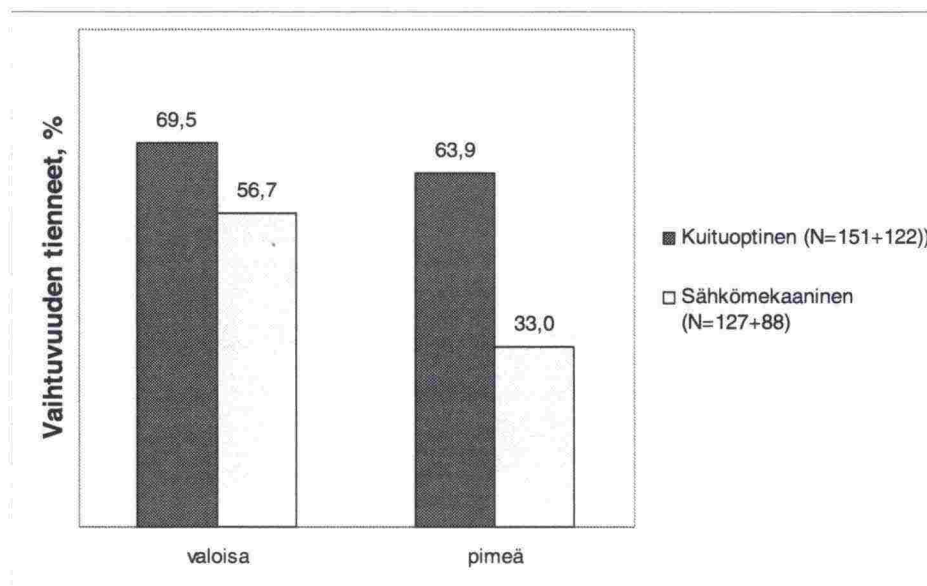
Taulukossa 4 on esitetty, minkälainen mielikuva kuljettajille oli jäänyt merkin ulkomuodosta ("minkälaisella merkillä nopeusrajoitus osoitettiin"). Merkin kirkkaus tai valoisuus näytti yleisesti olevan mieleenjäävin ominaisuus, paitsi pimeällä sähkömekaanisen merkin tapauksessa. Sähkömekaanisen merkin ulkomuodosta ei pimeällä useimmiten osattu sanoa mitään tavallisuudesta poikkeavaa. Taulukon tulokset osoittavat myös, kuinka molempien merkkien neliömuotoisen pohja erottuu päivällä selvästi paremmin kuin pimeään aikaan.

Taulukko 4. Minkälaisella merkillä nopeusrajoitus osoitettiin? Kuljettajat saattoivat mainita useita vaihtoehtoja, joten prosenttilukujen summat ovat > 100.

Vastaus	Kuituoptinen merkki (%)		Sähkömekaaninen merkki (%)	
	Valoisa	Pimeä	Valoisa	Pimeä
Tumma pohja ja vaaleat numerot	3,2	4,2	8,6	0,6
Keltainen pohja ja tummat numerot	1,6	3,6	6,1	3,2
Tavallinen merkki	8,6	6,1	8,6	25,8
Neliömuotoinen merkki	15,6	7,9	22,1	9,7
Pyöreä merkki	9,1	12,7	19,6	18,1
"Valaistu", "kirkas" tms.	67,2	58,2	48,5	14,2
Muu	2,6	1,8	1,8	1,9
En osaa sanoa	8,1	18,8	8,0	33,8

4.3 Rajoituksen vaihtuvuuden tunnistaminen

Kuvassa 11 on esitetty, kuinka nopeusrajoitusarvon oikein (60 km/h) muistaneet kuljettajat tiesivät, miten merkki poikkesi tavanomaisesta. Kysymys esitettiin vain niille, jotka eivät olleet vastanneet edelliseen kysymykseen "tavallinen merkki" tai "en osaa sanoa". Tulokset osoittivat, että kuituoptisen merkin ohittaneet tiesivät useammin, että kyseessä oli vaihtuva rajoitus. Ero oli merkitsevä sekä päivällä ($\chi^2(1) = 4,92$, $p < 0.05$) että pimeään aikaan ($\chi^2(1) = 19,63$, $p < 0.001$).



Kuva 11. Merkin tavanomaisuudesta poikkeamisen tietäminen. N tarkoittaa haastateltujen, nopeusrajoituksen oikein muistaneiden kuljettajien lukumääriä valoisaan ja pimeään aikaan.

5 TULOSTEN TARKASTELU

Tutkimuksen tavoitteena oli verrata kuituoptisen ja päiväloistekalvolla varustetun sähkömekaanisen muuttuvan nopeusrajoitusmerkin vaikutuksia a) ajonopeuksiin ja merkin osoittaman nopeusrajoituksen noudattamiseen, b) merkin (rajoitusarvon) muistamiseen sekä c) siihen, ymmärtääkö kuljettaja merkin muuttuvaksi. Vaikutuksia verrattiin erikseen valoisaan ja pimeään aikaan.

Nopeustulokset osoittivat, että merkkien vaikutukset eivät päivällä eronneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan, mutta pimeään aikaan henkilö- ja pakettiautojen nopeudet olivat merkin jälkeen merkitsevästi pienempiä kuituoptista merkkiä käytettäessä. Merkkien väliset vaikutuserot olivat pimeään aikaan seuraavansuuruisia (kuituoptisen merkin vaikutukset suurempia):

- koko liikennevirran keskinopeus: ha+pa 3,1 km/h ja raskaat 2,4 km/h
- jonojen ulkopuolella ajavien keskinopeus: ha+pa ja 3,9 km/h ja raskaat 1,9 km/h
- nopeusrajoitusta noudattaneiden osuus: 9,7 %-yksikköä.

Lisäksi kaikki jonojen ulkopuolella ajaneita henkilö- ja pakettiautoja koskeneet (ei-merkitsevät) nopeustulokset olivat sen suuntaisia, että päiväloistekalvolla varustetun sähkömekaanisen merkin vaikutukset olivat hieman kuituoptisen merkin vaikutuksia pienempiä. Raskaita ajoneuvoja koskevat tulokset olivat samansuuntaisia, joskaan – aineistojen pienuuden takia – eivät tilastollisesti merkitseviä. Vaikutusten samansuuntaisuus henkilö- ja pakettiautoja koskeneiden tulosten kanssa on kuitenkin olennaista.

Kokonaisuutena merkkien nopeusvaikutuksissa ei päivällä näyttänyt olevan eroja tai erot olivat joka tapauksessa hyvin pieniä, mutta pimeään aikaan kuituoptinen merkki vähensi nopeuksia sähkömekaanista merkkiä enemmän.

Koko haastatteluaineiston perusteella näytti puolestaan siltä, että rajoitusarvon muistaminen ei valoisaan aikaan eronnut merkkitilanteittain tarkasteltuna, mutta pimeään aikaan ero oli tilastollisesti merkitsevä: kuituoptisen merkin ohittaneista rajoitusarvon muisti 73,9 %, mutta sähkömekaanisen merkin ohittaneista vain 56,8 %.

Muistaneiden osuuksien tarkastelu mittauspaikan ohitustiheyden mukaan osoitti kuitenkin, että myös päivällä mittauspaikan vähintään kerran viikossa ohittaneet muistivat rajoitusarvon paremmin kuituoptista kuin sähkömekaanista merkkiä käytettäessä. Toisin sanoen merkkien vaikutuksissa ei ollut eroa päivällä, jos kuljettaja ohitti paikan vain harvoin – aina muulloin rajoitusarvo muistettiin paremmin kuituoptista merkkiä käytettäessä.

Keskeinen rajoitusarvon muistamista koskeva johtopäätös on, että rajoitusarvo muistetaan päiväloistekalvolla varustettua sähkömekaanista merkkiä käytettäessä huonommin kuin kuituoptista merkkiä käytettäessä. Pimeään aikaan ero on

yleinen (siinä laajuudessa kuin koeolosuhteet olivat), mutta päivällä harvoin paikan ohittaneet näyttivät muistavan rajoitusarvon yllättävän hyvin sähkömekaanista merkkiä käytettäessä. Tämä selittynee kahdella tekijällä. Ensinnäkin päiväloistekalvo parantaa merkin havaittavuutta nimenomaan päivänvalolosuhteissa. Toiseksi päiväloistekalvoa on käytetty melko rajoitetusti ja sillä on siten uutuusvaikutusta, mikä ilmenee niiden kuljettajien kohdalla, jotka ovat nähneet tällaisen merkin vain harvoin tai eivät ole nähneet sellaista koskaan. Toisaalta näiden molempien ehtojen täytyessäkin sähkömekaanisen merkin rajoitusarvon muistaneiden osuus ei ollut parempi kuin kuituoptista merkkiä käytettäessä.

Myös merkin ulkomuotoa koskeva kysymys tuotti vastauksia, joiden perusteella merkin luminanssilla ja kontrastisuudella on merkitystä merkin havaitsemisen kannalta. Merkin kirkkaus tai valoisuus näytti yleisesti olevan mieleenjäävin ominaisuus, paitsi pimeällä sähkömekaanisen merkin tapauksessa. Lisäksi kuituoptisen merkin ohittaneet tiesivät sekä päivällä että pimeään aikaan selvästi sähkömekaanisen merkin ohittaneita useammin, että kyseessä oli vaihtuva rajoitus.

Tulosten merkitystä ja niistä tehtäviä johtopäätöksiä pohdittaessa on syytä tarkastella muutamia olosuhteisiin liittyviä seikkoja sekä verrata tämän tutkimuksen ja Luoman (1996) tutkimuksen olosuhteita. Ensinnäkin päiväloistekalvoa on käytetty vielä suhteellisen rajoitetusti, kun taas kuituoptinen merkki lienee kuljettajille jo melko tuttu – toisin kuin vuonna 1996, jolloin Luoman tutkimus tehtiin. Arvio on melko karkea, mutta joka tapauksessa kuituoptisen ja sähkömekaanisen merkin uutuusarvo Luoman (1996) tutkimuksessa oli päinvastainen, koska Luoman (1996) koepaikassa oli jo aikaisemmin käytetty sähkömekaanista nopeusrajoitusmerkkiä. Siten päiväloistekalvolla varustetun merkin vaikutukset ovat tuskin muissakaan olosuhteissa suurempia (kuituoptisen merkin vaikutuksiin verrattuna).

Toiseksi tämän tutkimuksen mittauspaikassa tie oli tasainen, kun Luoman (1996) käyttämässä paikassa oli loiva nousu. Tien geometrialla on merkitystä sikäli, että nousu todennäköisesti tekee nopeusmittauksista herkempiä, mikä edesauttaa erojen ilmenemistä. Näin ollen voidaan olettaa, että kuituoptisen ja päiväloistekalvolla varustetun sähkömekaanisen merkin nopeusvaikutusten erot olisivat saattaneet olla selvempiä, jos koe olisi voitu toteuttaa samassa paikassa kuin Luoman (1996) koe.

Kolmanneksi haastattelupaikka oli tässä tutkimuksessa noin kaksi kertaa kauempana merkistä kuin aikaisemmin, mikä todennäköisesti vähensi merkkien muistaneiden osuutta, joskin voidaan olettaa, että unohtamisen vaikutus kohdistui molempiin merkkeihin yhtä paljon.

Eri valaistusolosuhteita koskevia tuloksia on verrattava varoen sikäli, että pimeällä liikkuvat kuljettajat olivat hieman nuorempia ja useammin paikan ohittaneita kuin valoisalla haastatellut kuljettajat. Lisäksi pimeällä pysäyttäminen saattoi säikäyttää kuljettajia enemmän kuin valoisaan aikaan, millä voisi olla muista-

mista heikentävä vaikutus. Pimeän ajan tuloksia tulkittaessa on myös muistettava, että koepaikassa oli liittymäkohtainen tievalaistus. Todennäköisesti kuituoptisen ja sähkömekaanisen merkin väliset erot olisivat täysin pimeässä olleet vielä suurempia.

Tulokset ovat kokonaisuutena tulkittavissa siten, että päiväloistekalvolla varustettu sähkömekaaninen muuttuva nopeusrajoitusmerkki ei ole yhtä tehokas kuin vastaava kuituoptinen merkki. Koko aineistoa koskeneissa nopeusvaikutuksissa ei ilmennyt eroa päivänvalo-olosuhteissa. Haastattelutulosten perusteella tämän pääteltiin johtuneen ennen kaikkea siitä, että päiväloistekalvolla varustettu merkki vaikutti poikkeuksellisen voimakkaasti niihin kuljettajiin, jotka ohittivat paikan kuukausittain tai harvemmin. He näkivät merkin todennäköisesti ensimmäistä kertaa. Kuituoptisen merkin edut ilmenivät pimeällä sekä suurempina nopeusvaikutuksina että parempana rajoitusarvon ja rajoituksen vaihtuvuuden muistamisena. Kaiken kaikkiaan eri menetelmillä saadut tulokset olivat johdonmukaisia ja tukivat toisiaan.

Arvioitaessa merkkien soveltuvuutta eri tilanteisiin tulee huomata, että aineisto kerättiin yhdessä paikassa (liittymässä). Lisäksi edellä mainitut johtopäätökset perustuvat vaikutusten tilastolliseen vertailuun, joka ei ota kantaa määrällisten erojen merkitykseen käytännössä. Merkkien valintaan käytännössä vaikuttavat myös monet muut seikat, kuten käyttöominaisuudet, kestävyys erilaisissa olosuhteissa, erityisesti talvella, merkkien asennus- ja ylläpitokustannukset sekä vaikutukset lähellä olevien kiinteiden merkkien havaittavuuteen (ks. Rämä ym. 1999).

6 LÄHTEET

Luoma, J. 1996. *Muuttuvan nopeusrajoitusmerkin tekniikan vaikutukset ajonopeuksiin ja merkin muistamiseen*. Tielaitoksen selvityksiä 76/1996. 26 s. Helsinki. 1996.

Rämä, P., Luoma, J. and Harjula, V. 1999. Distraction due to variable speed limits. *Traffic Engineering + Control*, 41, 428-430.

Haastattelulomake



YHDYSKUNTATEKNIikka
Liikenne ja kuljetukset

PÄIVÄNLOISTE / KUITUOPTINEN
23.8.1999

Haastattelija pvm/.....klo

Hyvää päivää. Onko Teillä muutama minuutti aikaa vastata tämän tien liikennemerkkejä koskeviin kysymyksiin?

Ei vastaa, syy (jos ei vastaa, täytäkohdat 8 - 10)

1. Tässä kuvassa on esitetty risteys, joka sijaitsee
2 km Turkuun päin. Muistatteko, mikä
nopeusrajoitus oli merkitty risteyskseen? km/h

2. Minkä näköisellä merkillä nopeusrajoitus
osoitettiin? (voi sanoa useampiakin vaihtoehtoja)

- 1 neliönmuotoinen merkki
- 2 pyöreä merkki
- 3 vaaleat numerot tummalla pohjalla
- 4 mustat numerot keltaisella pohjalla
- 5 "valomerkki", "valaistu", "kirkas", tms.
- 6 tavallinen merkki
- 7 muu, mikä?
- 8 en osaa sanoa (siirry kysymykseen 4)

3. Tiedätkö, miten kyseinen merkki poikkesi
tavanomaisesta? (yksi vaihtoehto)

- 1 vaihtuva/muuttuva rajoitus
- 2 vain ulkonäkö poikkesi
- 3 en tiedä

4. Ylittekö kuvassa esitetyn risteyskseen?

- 1 suoraan ajaen vai
- 2 käännyttekö sivutieltä tälle tielle

5. Kuinka usein olette ajanut tästä viimeisen 12
kuukauden aikana?

- 1 lähes päivittäin
- 2 viikoittain
- 3 kuukausittain (muutaman kerran)
- 4 ensimmäistä kertaa tällä tieosuudella

6. Kuinka monta kilometriä ajoitte autolla
viimeisen 12 kuukauden aikana

- 1 alle 10 000 km
- 2 alle 20 000 km (10 000 – 19 999)
- 3 alle 50 000 km (20 000 – 49 999)
- 4 yli 50 000 km

7. Minä vuonna olette syntyneet?

8. Sukupuoli 1 mies 2 nainen

9. Oliko ajoneuvossa kuljettajan lisäksi arviolta yli 12-
vuotiaita matkustajia?

- 1 kyllä
- 2 ei

10. Ajoneuvon tyyppi

- 1 ha
- 2 pa

11. Kirjataan jos haastateltava oma-aloitteisesti mainitsee parannusehdotuksia.

.....
.....
.....
.....

KIITOS JA HYVÄÄ MATKAA!

ISSN 0788-3722
ISBN 951-726-591-3
TIEL 3200588